

①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 57 185 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 N 9/00**

②① Aktenzeichen: 199 57 185.6  
②② Anmeldetag: 27. 11. 1999  
④③ Offenlegungstag: 31. 5. 2001

**DE 199 57 185 A 1**

⑦① Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:  
Pott, Ekkehard, 38518 Gifhorn, DE; Hahn, Hermann,  
38165 Lehre, DE; Lindlau, Michael, 38104  
Braunschweig, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

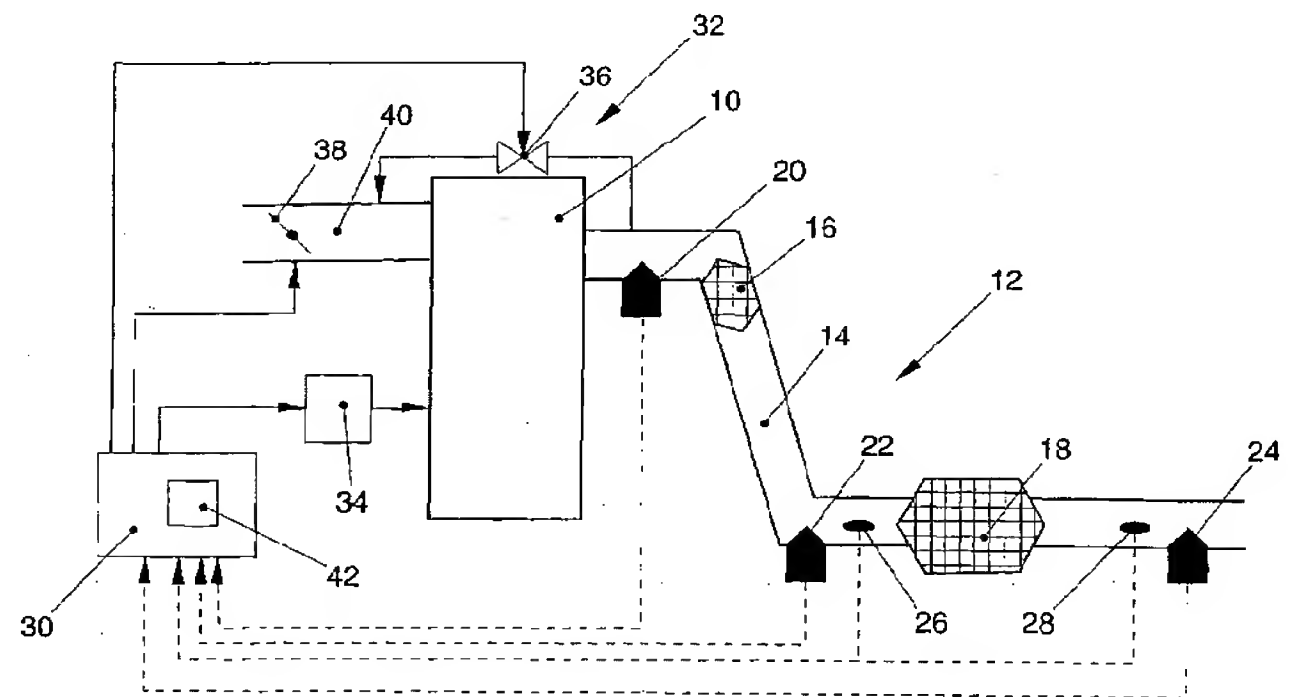
DE 198 11 574 A1  
DE 197 52 271 A1  
DE 197 29 676 A1  
DE 196 45 202 A1  
DE 195 27 774 A1  
DE 43 41 584 A1  
DE 42 11 092 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Aufheizphase zumindest eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysators

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Aufheizphase zumindest eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysators, wobei während der Aufheizphase Heizmaßnahmen durch eine Beeinflussung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine ergriffen werden.

Es ist vorgesehen, daß während der Aufheizphase eine Motorlast ermittelt wird und die Heizmaßnahmen in Lastphasen, in denen die Motorlast oberhalb einer Lastschwelle liegt, unterbunden werden (nicht aktive Phasen).



**DE 199 57 185 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Aufheizphase zumindest eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysators mit den in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 8 genannten Merkmalen.

Aus dem Stand der Technik sind Maßnahmen bekannt, bei denen ein Abgas der Verbrennungskraftmaschine zur Reinigung durch die im Abgaskanal angeordneten Katalysatoren geleitet wird. Während einer Verbrennung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches entstehen in unterschiedlichen Anteilen Reduktionsmittel, wie Kohlenmonoxid  $\text{CO}$ , unverbrannte Kohlenwasserstoffe  $\text{HC}$  oder Wasserstoff  $\text{H}_2$ , als auch Oxidationsmittel, wie Stickoxide  $\text{NO}_x$ . An den Katalysatoren werden diese Schadstoffe zu weniger umweltrelevanten Produkten umgesetzt. Derartige Katalysatoren bestehen zumeist aus einem auf einem inerten Träger aufgetragenen, katalytisch aktiven Edelmetall. Eine ausreichende Umsetzung der Schadstoffe kann erst nach Erreichen einer Aktivitätstemperatur sichergestellt werden. Daher ist es notwendig, nach einem Start, insbesondere einem Kaltstart der Verbrennungskraftmaschine eine Aufheizphase einzuleiten. Während der Aufheizphase werden Heizmaßnahmen durch eine Beeinflussung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine ergriffen. So kann beispielsweise eine Änderung eines Zündwinkels, eine Doppeleinspritzung oder eine Erhöhung eines Reduktionsmittelanteiles im Abgas eingeleitet werden.

Weiterhin ist der Einsatz sogenannter  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysatoren bekannt, die in Phasen magerer Atmosphäre  $\text{NO}_x$  einlagern, um dieses wieder in Phasen stöchiometrischer oder fetter Atmosphäre zu desorbieren und an dem Katalysator zu  $\text{H}_2$  zu zersetzen. Beim Einsatz schwefelhaltiger Kraftstoffe werden zusätzlich Schwefeloxide  $\text{SO}_x$  eingelagert, deren Desorption allerdings wesentlich höhere Temperaturen erfordert. Bei beiden Vorgängen müssen zunächst die erforderlichen Regenerationstemperaturen durch Einleitung geeigneter Heizmaßnahmen eingestellt werden.

Da die Heizmaßnahmen zu einem erheblichen Mehrverbrauch führen, ist es notwendig, die Aufheizphase möglichst kurz zu halten. Bei den bekannten Verfahren wird dazu beispielsweise nach Motorstart ein applizierbarer kumulierter Luft- oder Kraftstoffdurchsatz, eine applizierbare Zeit, eine bestimmte Kühlmitteltemperatur oder eine vor oder nach den Katalysatoren applizierbare Abgastemperatur berücksichtigt. Nachteilig bei diesen Verfahren ist es, daß die Heizmaßnahmen unabhängig von einer Motorlast und einer daraus resultierenden Temperaturverteilung durchgeführt werden. Dies kann zu unnötig verlängerten Aufheizphasen und damit zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, mit denen eine Motorlast während der Aufheizphase berücksichtigt werden kann.

Mit Hilfe des Verfahrens und der Vorrichtung mit den in den Ansprüchen 1 und 8 genannten Merkmalen kann ein unnötiger Mehrverbrauch in der Aufheizphase vermieden werden. Dadurch, daß Mittel vorgesehen sind, mit denen während der Aufheizphase eine Motorlast ermittelt wird, und die Heizmaßnahmen in Lastphasen, in denen die Motorlast oberhalb einer Lastschwelle liegt, unterbunden werden (nicht aktive Phasen), ist es erstmals möglich, eine lastabhängige Steuerung der Heizmaßnahmen zu verwirklichen.

Vorzugsweise wird eine maximale Dauer der Heizmaßnahme anhand eines Modells, das Parameter umfaßt wie die kumulierten Luft- und Kraftstoffdurchsätze, eine vorgegebene Mindestheizzeit, die Umgebungs- und Kühlmitteltem-

peraturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen, bestimmt. Anschließend wird die maximale Dauer in Abhängigkeit von einer Dauer der nicht aktiven Phasen gemindert. Selbstverständlich kann eine Gewichtung jeder einzelnen nicht aktiven Phase entsprechend der dort auftretenden Last/Drehzahl erfolgen. Insgesamt kann damit die tatsächliche Dauer der Heizmaßnahme gegenüber den herkömmlichen Verfahren verkürzt werden.

Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die Lastschwelle anhand eines weiteren Modells, das Parameter umfaßt, wie die kumulierten Luft- oder Kraftstoffdurchsätze, die Kühlmittel- und Umgebungstemperaturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen, festzulegen. Auf diese Weise kann sehr flexibel auf die jeweilige Fahrsituation hinsichtlich einer zu ergreifenden Heizmaßnahme reagiert werden.

Die aufgezeigten Maßnahmen haben sich als besonders vorteilhaft erwiesen für Aufheizphasen, die zum Erreichen der Aktivitätstemperatur nach einem Start der Verbrennungskraftmaschine und/oder zum Erreichen einer Regenerationstemperatur für einen  $\text{NO}_x$ -Katalysator eingeleitet werden müssen. Als Heizmaßnahmen kommen dabei beispielsweise in Frage die Änderung des Zündwinkels, die Doppeleinspritzung oder die Erhöhung des Anteils der Reduktionsmittel am Abgas. Letztere Maßnahme führt zu einem erhöhten exothermen Umsatz an den Katalysatoren.

Die Motorlast kann vorzugsweise anhand einer aktuellen Einspritzmenge bestimmt werden oder mit Hilfe bekannter Modelle berechnet werden.

Es ist dabei ferner vorteilhaft, wenn die Vorrichtung eine Steuereinheit umfaßt, in der eine zur Steuerung der Aufheizphase notwendige Prozedur hinterlegt ist. Eine solche Steuereinheit kann vorteilhafterweise in das zumeist bereits vorhandene Motorsteuergerät integriert werden.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasreinigungsanlage und Mitteln zur Beeinflussung einer Aufheizphase und

**Fig. 2** einen zeitlichen Verlauf einer Motorlast und korrespondierender Aufheizphasen.

Die **Fig. 1** zeigt in schematischer Weise eine Verbrennungskraftmaschine **10** mit einer nachgeschalteten Abgasreinigungsanlage **12**. Ein während einer Verbrennung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches entstehendes Abgas wird zur Reinigung durch die Abgasreinigungsanlage **12** geführt. Die Abgasreinigungsanlage **12** ist in einem Abgaskanal **14** angeordnet und umfaßt einen Vorkatalysator **16** sowie einen Hauptkatalysator **18**, die zur Erzielung eines ausreichend hohen Umsatzes mindestens auf die jeweilige Aktivitätstemperatur erhitzt werden müssen. Beide Katalysatoren **16**, **18** können beispielsweise 3-Wege-Katalysatoren und/oder Oxidationskatalysatoren sein. Denkbar ist auch, den Katalysator **18** als  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysator auszulegen, so daß die nachfolgend beschriebene Vorrichtung und das Verfahren zur Steuerung der Heizmaßnahmen ebenfalls zur Durchführung einer Regenerationsmaßnahme ( $\text{NO}_x$ - oder  $\text{SO}_x$ -Regeneration) genutzt werden können.

Üblicherweise steht in dem Abgaskanal **14** eine Sensorik zur Erfassung ausgewählter Betriebsparameter zur Verfügung. So kann beispielsweise über die Gassensoren **20**, **22**, **24** ein Anteil einer Gaskomponente am Abgas bestimmt

werden oder über die Temperatursensoren **26, 28** eine Abgastemperatur vor beziehungsweise nach dem Katalysator **18** erfaßt werden.

Zur Steuerung eines Betriebsmodus der Verbrennungskraftmaschine **10** dient ein Motorsteuergerät **30**. Mit Hilfe des Motorsteuergerätes **30** können die notwendigen Heizmaßnahmen durch Vorgabe von Stellgrößen für ausgewählte Stellglieder der Verbrennungskraftmaschine **10** durchgeführt werden. Als Stellglieder kommen beispielsweise in Frage eine Abgasrückführeinrichtung **32** und ein Einspritzsystem **34**. Die Abgasrückführeinrichtung **32** umfaßt dabei ein Abgasrückführventil **36** und eine Drosselklappe **38** in einem Ansaugrohr **40**. Durch das Einspritzsystem **34** können beispielsweise eine Einspritzdauer, ein Zündwinkel, eine Einspritzmenge und ein Einspritzzeitpunkt in bekannter Weise vorgegeben werden. Durch die hier exemplarisch dargestellten Stellglieder **32, 34** können demnach beispielsweise Heizmaßnahmen, wie eine Änderung des Zündwinkels, eine Doppeleinspritzung oder eine Erhöhung des Anteils der Reduktionsmittel am Abgas, eingeleitet werden.

In das Motorsteuergerät **30** kann eine Steuereinheit **42** aufgenommen werden, in der eine Prozedur zur Steuerung der Aufheizphase, wie sie nachfolgend näher erläutert wird, hinterlegt ist. Die Steuereinheit **42** kann selbstverständlich auch unabhängig von dem Motorsteuergerät **30** realisiert werden.

In der **Fig. 2** sind ein Verlauf der Motorlast  $M$  und korrespondierender Aufheizphasen dargestellt. Die Motorlast kann beispielsweise anhand einer aktuellen Einspritzmenge bestimmt oder mit Hilfe bekannter Modelle berechnet werden. Der Verlauf der Motorlast zeigt insgesamt zwei Lastphasen  $t_{na,1}$  und  $t_{na,2}$ , die beispielsweise infolge einer starken Beschleunigung oder einer Bergauffahrt auftreten können. In den Phasen erhöhter Last sind zumeist die Abgastemperaturen am Motorausstritt ebenfalls erhöht.

Zunächst wird eine maximale Dauer  $t_{max}$  für die Heizmaßnahmen zur Erreichung einer Zieltemperatur (Aktivitäts- oder Regenerationstemperatur) – repräsentiert durch den oberen dunklen Balken **52** – ermittelt. Dies kann beispielsweise derart erfolgen, daß die Bestimmung anhand eines Modells, das Parameter umfaßt wie die kumulierten Luft- und Kraftstoffdurchsätze, eine vorgegebene Mindestheizzeit, die Umgebung- und Kühlmitteltemperaturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen erfolgt. Die maximale Dauer  $t_{max}$  der Heizmaßnahmen entspricht damit der gesamten Aufheizphase und endet zu einem Zeitpunkt  $Z_1$ .

Liegt die Motorlast oberhalb einer Lastschwelle **50**, wie es in den Fällen der Lastphasen  $t_{na,1}$  und  $t_{na,2}$  der Fall ist, werden in diesen Phasen die Heizmaßnahmen unterbunden (nicht aktive Phasen).

Die Lastschwelle **50** kann anhand eines Modells, das Parameter umfaßt wie die kumulierten Luft- und Kraftstoffdurchsätze nach Beginn der Heizmaßnahmen, die Kühlmittel- und Umgebungstemperaturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen, bestimmt werden. So kann die Lastschwelle **50** – anders als hier dargestellt – auch beispielsweise stufenförmig während der Aufheizphase den jeweiligen Fahrsituationen angepaßt werden.

Die Aufheizphase wird demnach für die Dauer  $t_{na}$  der nicht aktiven Phasen (helle Balken **56**) unterbrochen, die nicht aktiven Phasen kumuliert und die Aufheizphase entsprechend verlängert, so daß diese zu einem Zeitpunkt **22** endet (die Aufheizphase entspricht damit den Balken **54, 56**). Anschließend wird die maximale Dauer  $t_{max}$  in Abhängigkeit von der Dauer  $t_{na}$  der nicht aktiven Phasen gemin-

dert, um eine tatsächliche Dauer  $t_t$  der Heizmaßnahmen zu liefern (Balken **58**). Eine Gewichtung der Dauer  $t_{na}$  kann mit Hilfe eines Bewertungsfaktors durchgeführt werden. Der Bewertungsfaktor selber kann wiederum über ein Kennfeld in Abhängigkeit von Last beziehungsweise Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine **10** festgelegt werden. Gemäß dem Ausführungsbeispiel werden die beiden nicht aktiven Phasen verkürzt (Balken **60**) und die tatsächliche Dauer  $t_t$  der Heizmaßnahmen ist damit kleiner als die maximale Dauer  $t_{max}$ . Die Aufheizphase endet in diesem Fall bereits zu einem Zeitpunkt  $Z_3$ .

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Aufheizphase zumindest eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysators, wobei während der Aufheizphase Heizmaßnahmen durch eine Beeinflussung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine ergriffen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Aufheizphase eine Motorlast ermittelt wird und die Heizmaßnahmen in Lastphasen, in denen eine Motorlast oberhalb einer Lastschwelle (**50**) ermittelt wird, zumindest teilweise unterbunden werden (nicht aktive Phasen).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine maximale Dauer ( $t_{max}$ ) der Heizmaßnahmen anhand eines Modells, das Parameter umfaßt wie die kumulierten Luft- und Kraftstoffdurchsätze, eine vorgegebene Mindestheizzeit, die Umgebungs- und Kühlmitteltemperaturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen, bestimmt wird und die maximale Dauer ( $t_{max}$ ) in Abhängigkeit von einer Dauer ( $t_{na}$ ) der nicht aktiven Phasen gemindert wird, um eine tatsächliche Dauer ( $t_t$ ) der Heizmaßnahmen zu liefern.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gewichtung der nicht aktiven Phasen mit Hilfe eines Bewertungsfaktors erfolgt, wobei der Bewertungsfaktor aus einem Kennfeld für die Motorlast oder Motordrehzahl ausgelesen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastschwelle (**50**) anhand eines Modells, das Parameter umfaßt wie die kumulierten Luft- oder Kraftstoffdurchsätze nach Beginn der Heizmaßnahmen, die Kühlmittel- und Umgebungstemperaturen, die Abgastemperaturen vor und nach den Katalysatoren und die gemessenen oder modellierten Katalysatortemperaturen, bestimmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufheizphase zum Erreichen einer Aktivitätstemperatur nach einem Start der Verbrennungskraftmaschine und/oder zum Erreichen einer Regenerationstemperatur für einen  $NO_x$ -Speicherkatalysator eingeleitet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizmaßnahmen die Änderungen eines Zündwinkels, eine Doppeleinspritzung oder eine Erhöhung eines Anteils der Reduktionsmittel am Abgas umfassen.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Motorlast anhand einer aktuellen Einspritzmenge bestimmt wird oder mit einem Modell berechnet wird.
8. Vorrichtung zur Steuerung einer Aufheizphase zumindest eines in einem Abgaskanal einer Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysators, wobei



während der Aufheizphase Heizmaßnahmen durch eine Beeinflussung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, mit denen während der Aufheizphase eine Motorlast ermittelt und die Heizmaßnahmen in Lastphasen, in denen eine Motorlast oberhalb einer Lastschwelle (**50**) ermittelt ist, zumindest teilweise unterbunden sind (nicht aktiver Verlauf).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel eine Steuereinheit (**42**) umfassen, in der eine Prozedur zur Steuerung der Aufheizphase hinterlegt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (**42**) Teil eines Motorsteuergerätes (**30**) ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Katalysator (**16, 18**) ein 3-Wege-Katalysator, ein Oxidationskatalysator und/oder ein NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

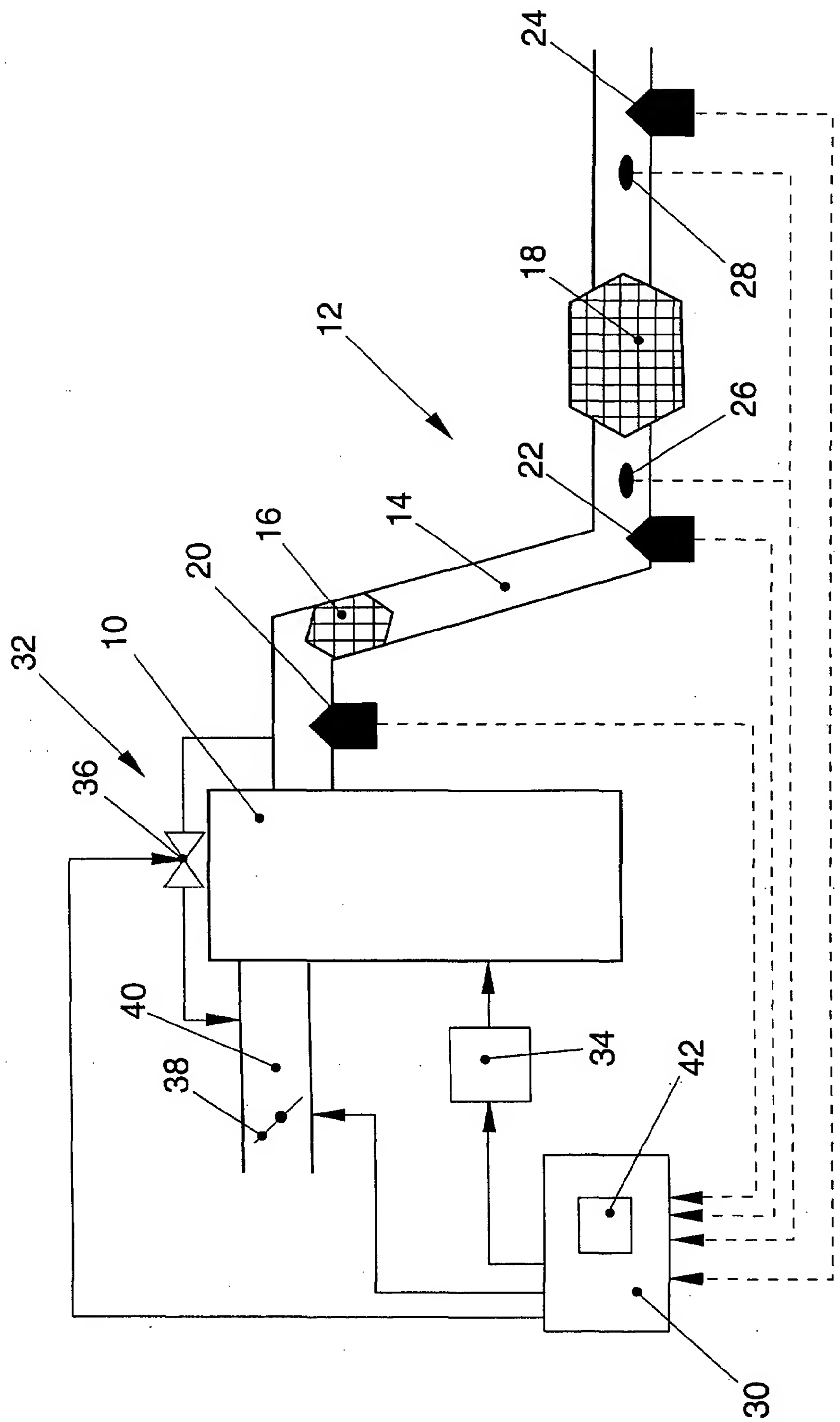


FIG. 1

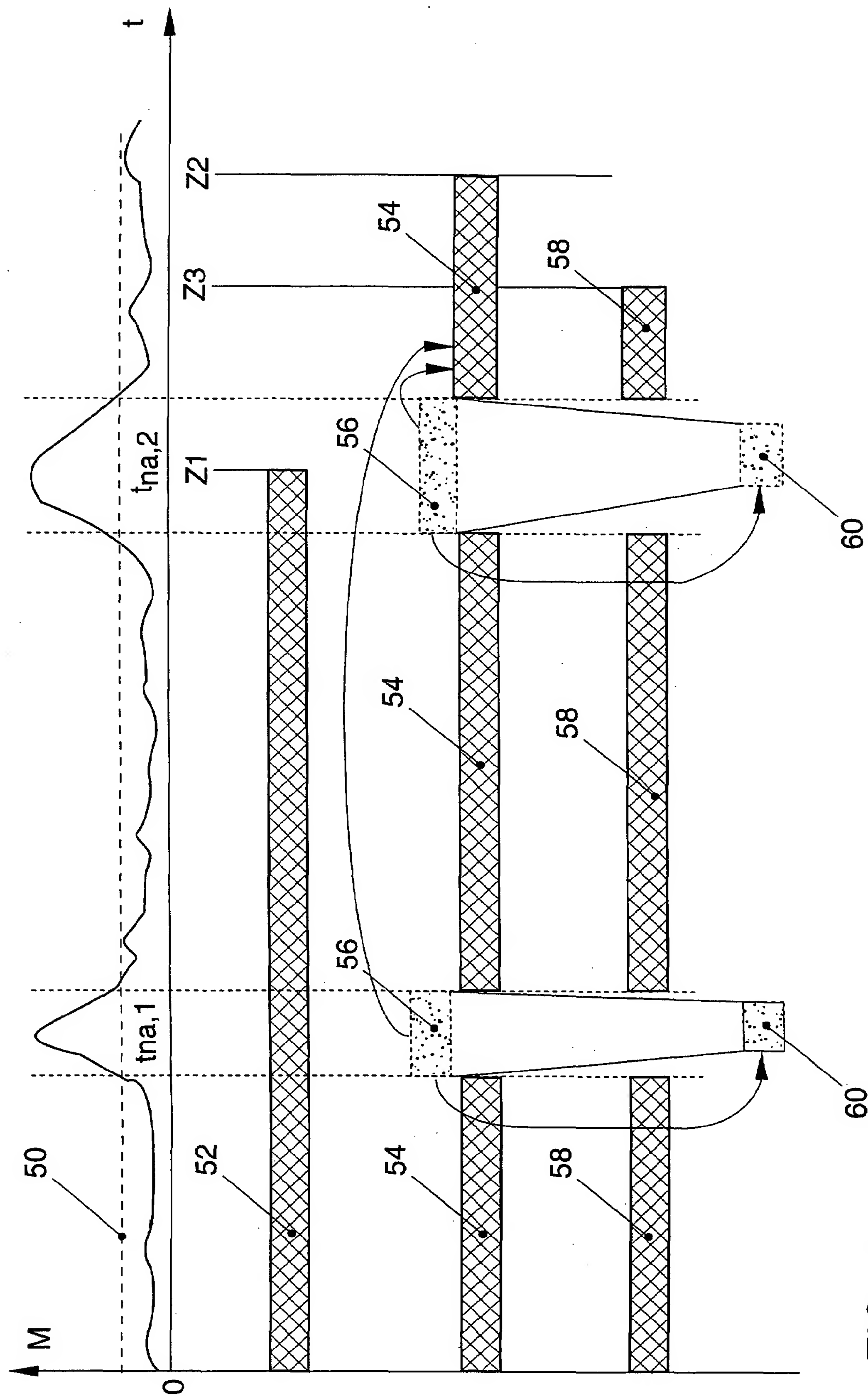


FIG. 2